

**REWOLUCJA MOBILNEGO INTERNETU
W POLSCE**

RAPORT

**EMPIRYCZNE BADANIE MOBILNYCH
USŁUG DOSTĘPU DO INTERNETU**

Warszawa ,21.01.2009 r.



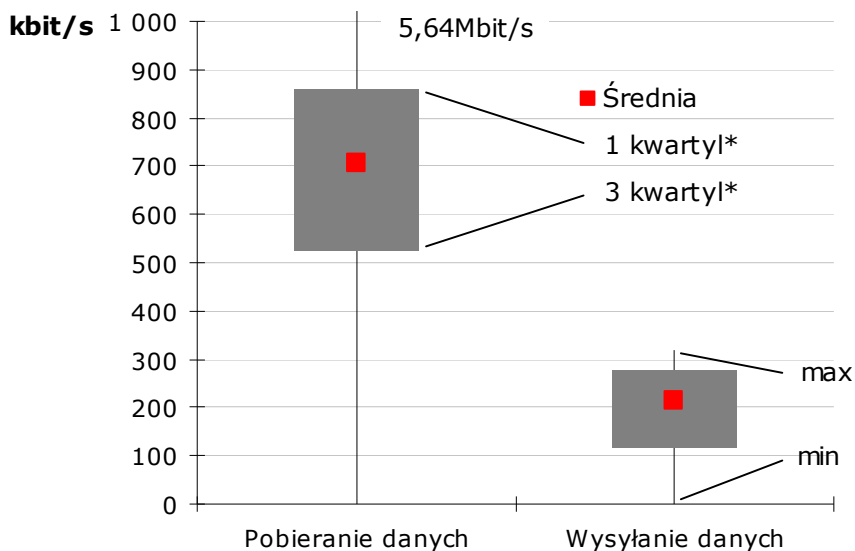
Streszczenie

Mobilny dostęp do Internetu jest w Polsce coraz bardziej popularny, zarówno wśród odbiorców korporacyjnych, jak i indywidualnych. Ocenia się, że na przełomie 2008/2009 liczba użytkowników tej usługi w Polsce osiągnęła **1,6 mln**¹. Zainteresowanie usługami mobilnego Internetu stale rośnie, do czego przyczyniają się niewątpliwie malejące ceny, coraz lepsze parametry techniczne usług oraz poprawiający się zasięg. Podstawowe parametry usług mobilnych deklarowane przez operatorów (np. prędkość pobierania do 7,2 Mbit/s) dorównują lub wręcz przekraczają parametry typowych usług dostępu do Internetu na bazie xDSL lub CATV (prędkość pobierania zwykle w przedziale 0,5–2 Mbit/s).

Czy faktycznie komfort dostępu do Internetu poprzez sieć GSM/UMTS – pomijając dość oczywistą przewagę wynikającą z mobilności – jest porównywalny z wygodą pracy na dobrym łączu stałym?

Odpowiedź na to pytanie przynosi empiryczne badanie przeprowadzone przez Audytel w grudniu 2008 r. w 22 miastach w Polsce – i jest to odpowiedź twierdząca. Na bazie przeszło 2.500 pomiarów, dokonanych w 4 sieciach GSM/UMTS możemy stwierdzić, że jakość i parametry użytkowe usług mobilnego dostępu do Internetu są wystarczająco dobre, aby usługi te mogły być traktowane jako substytut stałego łącza do Internetu (Rysunek 1).

Rysunek 1. Statystyki ze zmierzonych prędkości pobierania i wysyłania danych dla usług mobilnego dostępu do Internetu



* 25% obserwacji ma wartości poniżej 1. kwartyła, a 25% powyżej 3. kwartyła; 50% obserwacji mieści się pomiędzy 1. i 3. kwartyłem

¹ Wliczając użytkowników usług dedykowanego dostępu do Internetu w modelu pre-paid.



Przeciętnie osiągnięte prędkości pobierania wynoszą około 0,7–0,8 Mbit/s, co w zupełności wystarcza nawet do typowych zastosowań multimedialnych w rodzaju YouTube lub wideokonferencji. Oczywiście technologia bezprzewodowa narzuca pewne ograniczenia (wrażliwość na lokalne kongestie ruchu, lokalne problemy z pokryciem), ale niedogodności te zrekompensuje z nawiązką elastyczność usług, zarówno z punktu widzenia użytkowego (mobilny dostęp niemal w każdym miejscu), jak i handlowego (usługę można rzeczywiście nabyć za kilka złotych i uruchomić w ciągu kilku minut).

Obserwowane w łączności głosowej zjawisko substytucji stacjonarno-mobilnej nie będzie zdaniem autorów raportu przenosiło się na obszar dostępu do Internetu (choć będą istniały grupy użytkowników, wybierające z różnych powodów jeden z wymienionych rodzajów dostępu). Mobilny dostęp do Internetu nie będzie wypierał usług dostępu stałego. Będzie raczej usługą komplementarną (uzupełniającą), realizującą rosnące zapotrzebowanie na dostęp do „globalnej sieci” na zasadzie *always on* – w każdym miejscu i w dowolnej chwili.

Za główne czynniki, stymulujące **rewolucję** mobilnego Internetu w 2008 r. należy uznać:

- Wdrażanie technologii HSDPA 7,2 Mbit/s, umożliwiającej osiągnięcie realnych przepustowości przekraczających 1 Mbit/s, co daje komfort użytkownika porównywalny do stacjonarnych usług szerokopasmowych;
- Szeroka oferta subsydiowanych modemów 3G/HSPA – w tym w promocjach „za 1 zł”;
- Oferty dostępu do Internetu w pakiecie z laptopami;
- Rozpowszechnienie modemów z interfejsem USB (uniwersalność, łatwa przenaszalność, szybka instalacja, możliwość użycia kabla USB jako „przedłużacza”);
- Dostępność urządzeń z wbudowanymi modemami 3G/3.5G (routery i laptopy);
- Oferty tanich usług mobilnego dostępu do Internetu u wszystkich operatorów (abonament do 60 zł miesięcznie brutto);
- Możliwość testowania usług przez minimum 7 dni u wszystkich operatorów;
- Popularność ofert typu pre-paid.

W nadchodzących latach powinniśmy się spodziewać wzrostu zapotrzebowania na usługi mobilnego dostępu do Internetu. Takiemu trendowi sprzyjała będzie coraz większa popularność urządzeń przenośnych typu smartphone, wprowadzanie innowacyjnych modeli biznesowych w ofertach operatorów, np. pakietyzacji z Internetem stacjonarnym, nowych metod taryfikacji (typu Orange Free na 1 dzień), a w dalszej przyszłości rozpowszechnienie femtokomórek.

Użyte skróty

3G	Third Generation
ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line
CATV	Cable TV
DSLAM	Digital Subscriber Line Access Multiplexer
EDGE	Enhanced General Packet Radio Service
GPRS	General Packet Radio Service
GSM	Global System for Mobile Communications
HSDPA	High-Speed Downlink Packet Access
HSPA	High-Speed Packet Access
HSUPA	High-Speed Uplink Packet Access
IPTV	Internet Protocol Television
LLU	Local Loop Unbundling
MVNO	Mobile Virtual Network Operator
PCMCIA	Personal Computer Memory Card International Association
SIM	Subscriber Identity Module
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System
USB	Universal Serial Bus
VoD	Video on Demand
VoIP	Voice over Internet Protocol
xDSL	X Digital Subscriber Line

Spis treści

1. Empiryczne badania mobilnych usług dostępu do Internetu - wprowadzenie.....	6
2. Wyniki	7
3. Wnioski oraz analiza możliwości substytucji stacjonarnego dostępu do Internetu przez dostęp mobilny	23
4. Metodyka badania	27
4.1. Procedura pomiarowa	27
4.2. Badane lokalizacje.....	30
4.3. Typy pomiarów	34
4.4. Pory dnia	34
Zasady publikacji raportu	35
Spis tabel	36
Spis rysunków.....	37
Notki biograficzne autorów raportu	38

1. Empiryczne badania mobilnych usług dostępu do Internetu - wprowadzenie

Celem przeprowadzonego przez zespół Audyteła badania mobilnego dostępu do Internetu była analiza praktycznych właściwości takich usług, świadczonych przez infrastrukturalnych operatorów telefonii komórkowej w Polsce. Przez usługi mobilnego dostępu do Internetu traktowano w niniejszym raporcie usługi, które mogą stanowić substytut (zamiennik) łącza stałego dla połączeń z komputera przenośnego lub stacjonarnego.

Aby osiągnąć założony cel opracowano plan badania usług mobilnego dostępu do Internetu pod kątem następujących kryteriów:

- Wielkości miasta (por. 4.2);
- Typ pomiaru (wewnątrz/na zewnątrz pomieszczeń – por. 4.3);
- Pory dnia (por. 4.4)
- Elementem analizy było też porównanie parametrów usług działających na polskim rynku operatorów infrastrukturalnych (MNO).

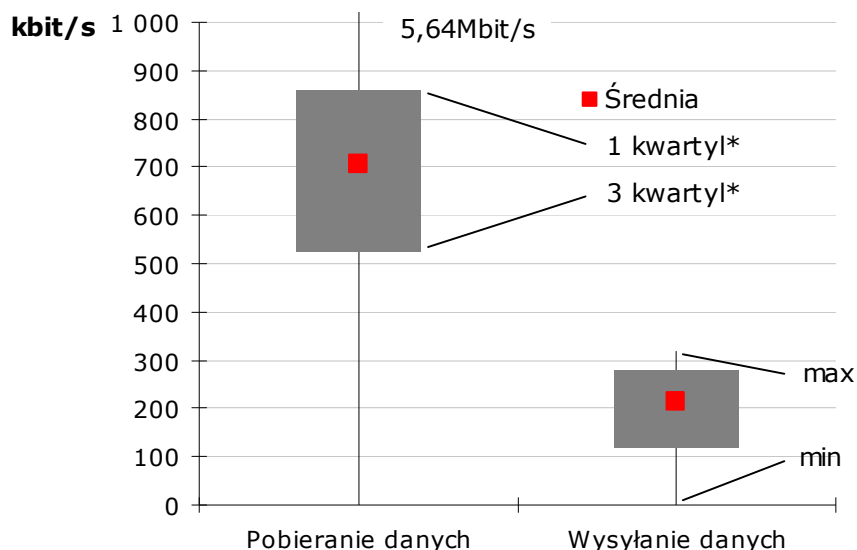
Szczegółowy opis badanych parametrów oraz procedura pomiarowa została opisana w punkcie 4.1.

W ramach badania łącznie wykonano i zarejestrowano ponad 2500 pomiarów w 107 lokalizacjach (po 6 dla każdego operatora w danej lokalizacji), łącznie w 22 miastach różnej wielkości na terenie całej Polski. Ze względu na obserwowane duże różnice rejestrowanych parametrów w każdej lokalizacji do wyliczeń statystycznych kwalifikowano 4 najlepsze pomiary dla każdego z operatorów – co daje w sumie prawie 1700 analizowanych pojedynczych pomiarów.

2. Wyniki

Średnia zmierzona prędkość pobierania dla mobilnego Internetu dla wszystkich pomiarów wyniosła nieco ponad 700 kbit/s. Wartość ta umiejscawia badane usługi pomiędzy parametrami dostępu szerokopasmowego ADSL w opcji 512 kbit/s oraz 1024 kbit/s. Za taką tezę przemawia także rozkład zebranych próbek, których 50% mieści się między 523 kbit/s a 858 kbit/s (por. wartość 1. i 3. kwartylu, Tabela 2-1). Podobnie można traktować średnią zmierzoną szybkość wysyłania danych, która oscyluje wokół 256 kbit/s.

Rysunek 2-1. Statystyki ze zmierzonych prędkości pobierania i wysyłania danych dla usług mobilnego dostępu do Internetu



* 25% obserwacji ma wartości poniżej 1. kwartyła, a 25% powyżej 3. kwartyła; 50% obserwacji mieści się pomiędzy 1. i 3. kwartyłem

Pozytywne należy ocenić średnie zmierzone opóźnienie (w dwie strony). Wartość nie przekraczająca 300 ms (dla 75% pomiarów) kwalifikuje parametry usług do wykorzystania m.in. na potrzeby transmisji VoIP².

Za poprawną można także uznać stabilność połączenia (definicje parametru zawiera Tabela 4-2) – w 75% przypadków przepustowość transmisji wielu małych plików nie spadała poniżej 49,3% zanotowanej prędkości maksymalnej w danej lokalizacji.

² Rekomendacja ITU-T G.114 zaleca maksymalne opóźnienie w usłudze VoIP w jedną stronę na poziomie 150ms.



Tabela 2-1. Uśrednione wyniki pomiarów prędkości pobierania i wysyłania danych, opóźnień oraz stabilności połączenia dla mobilnego dostępu do Internetu

Statystyka	Prędkość pobierania (kbit/s)	Prędkość wysyłania (kbit/s)	Opóźnienie (ms)	Stabilność połączenia
Średnia	706	213	327	62,8%
Odchylenie standardowe ³	384	83	274	27,0%
Przedział ufności (dla prawdopodobieństwa 95%)	18	4	13	1,8%
1. kwartyl	523	119	205	49,3%
mediana	735	252	262	73,9%
3. kwartyl	858	277	297	82,6%
Liczba punktów pomiarowych	1679	1679	1676	820

Oprócz analizy typowych parametrów usług mobilnego dostępu do Internetu, celem analizy było także porównanie osiąganych wyników pomiędzy działającymi na polskim rynku operatorami infrastrukturalnymi.

Opracowana metodyka porównania bazuje na przyporządkowaniu poszczególnym kategoriom mierzonych parametrów punktów (por. Tabela 2-2), a następnie przeskalowaniu ich dla każdego operatora według wzoru (przykładowo dla prędkości pobierania):

$$L_A = \frac{\overline{P_A}}{P_{MAX}} L_{MAX}, \text{ gdzie:}$$

L_A – liczba punktów przyznana operatorowi A za prędkość pobierania,

$\overline{P_A}$ – średnia zmierzona prędkość pobierania operatora A;

$\overline{P_{MAX}}$ – średnia zmierzona prędkość pobierania dla najlepszego operatora
 $(\overline{P_{MAX}} = MAX(\overline{P_A}, \overline{P_B}, \overline{P_C}, \overline{P_D}));$

L_{MAX} – maksymalna liczba punktów możliwa do zdobycia w danej kategorii.

Maksymalne liczby punktów możliwe do zdobycia w danej kategorii (wagi poszczególnych parametrów, por. Tabela 2-2) zostały wyznaczone na podstawie obserwacji zachowań użytkowników i odzwierciedlają subiektywną

³ Odchylenie standardowe jest miarą tego, jak szeroko zmierzone wartości są rozproszone od wartości średniej.



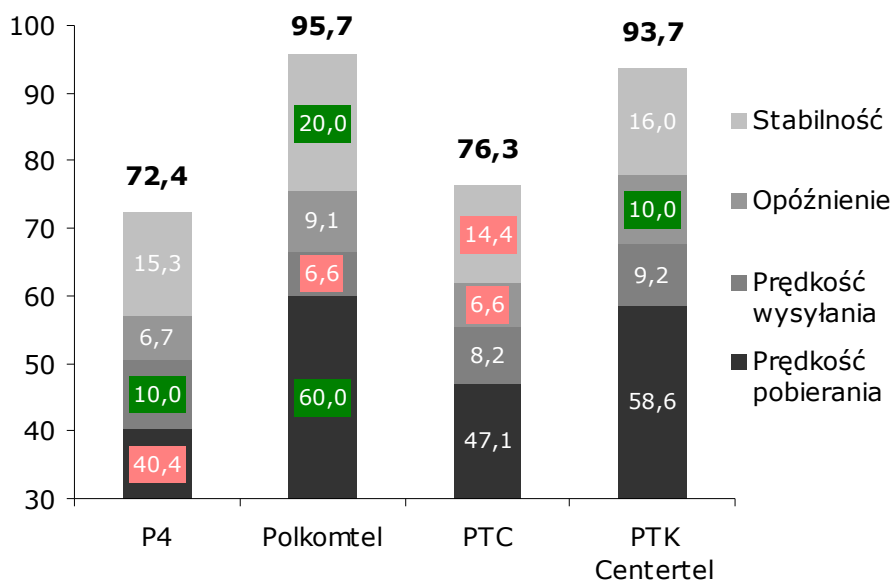
jakość usług odczuwaną przez odbiorcę usług (tzw. *user experience*). Dla typowego użytkownika największy wpływ na komfort korzystanie z usług dostępu Internetu ma szybkość pobierania danych (60 pkt.) oraz stabilność połączenia, czyli właściwość zachowania określonych parametrów jakościowych łącza przez cały czas korzystania z usługi (20 pkt.). Opóźnienie i prędkość wysyłania danych przekładają się w mniejszy sposób na komfort użytkownika (po 10 pkt.)

Tabela 2-2. Maksymalna liczba punktów do zdobycia przy porównaniu parametrów usług mobilnego dostępu do Internetu u badanych operatorów

Kategoria	Maksymalna liczba punktów (L_{max})
Prędkość pobierania	60
Prędkość wysyłania	10
Opóźnienie	10
Stabilność	20
SUMA punktów	100

Ocena końcowa, przyznawana każdemu operatorowi, była sumą ocen punktowych dla kategorii prędkości pobierania i wysyłania danych, opóźnień oraz stabilności połączenia.

Rysunek 2-2. Liczba punktów zdobyta w trakcie pomiarów parametrów usług mobilnego dostępu do Internetu u badanych operatorów



* Wartości na zielonym tle oznaczają najlepszy wynik wśród operatorów w danej kategorii, natomiast wartości na czerwonym tle – wynik najgorszy

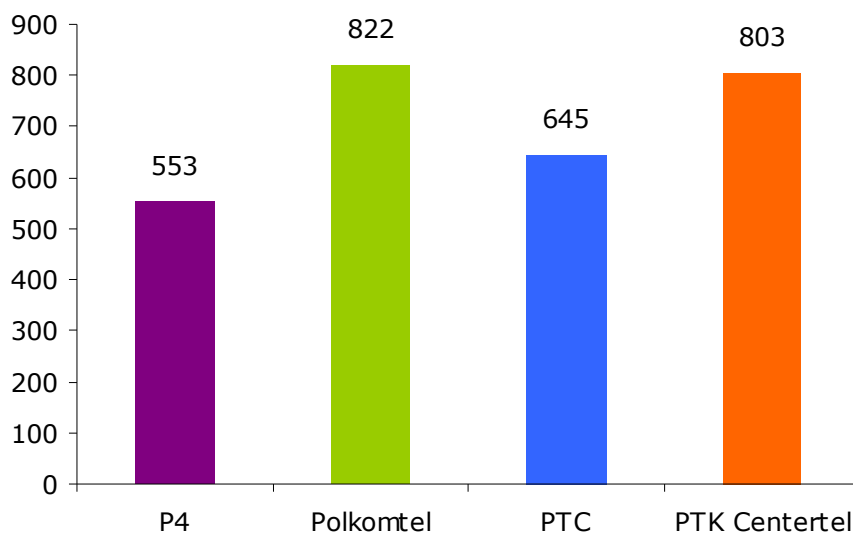


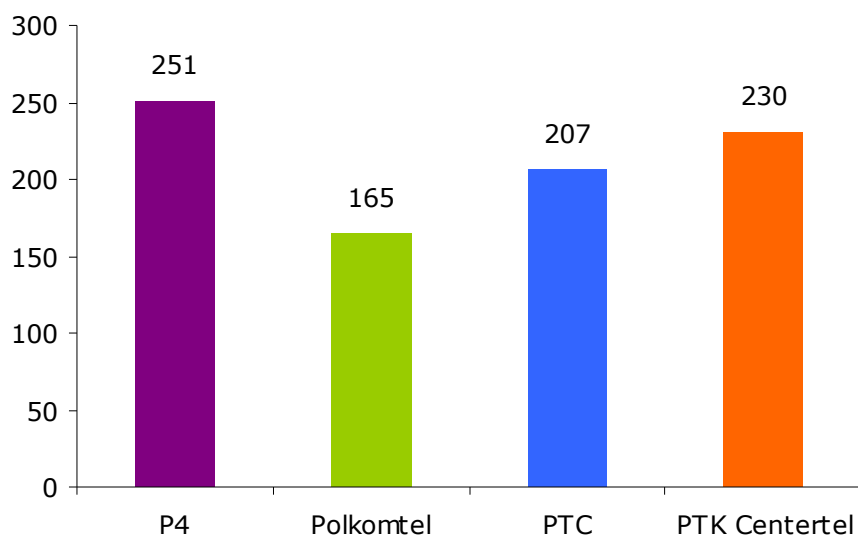
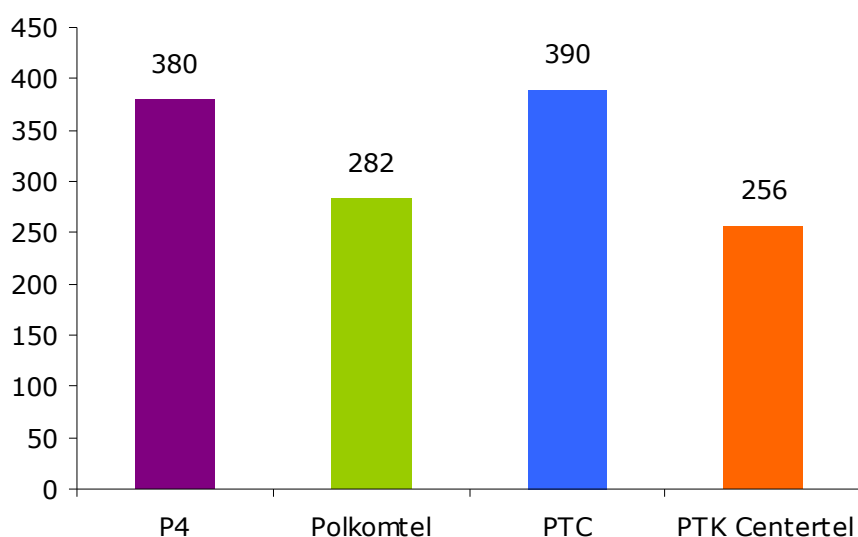
Największą liczbę punktów w tak skonstruowanym porównaniu uzyskał operator sieci Plus (Polkomtel). Wysoka ocena usług Polkomtela pokrywa się z subiektywnymi ocenami badających ekspertów – usługi tego operatora cechowały się rzeczywiście największą stabilnością pracy oraz maksymalnymi zanotowanymi osiągnięciami prędkości pobierania przekraczającymi 5,5 Mbit/s (por. Tabela 2-3). Jednak i u tego operatora można znaleźć niewielkie potknięcie w postaci najniższych średnich szybkości wysyłania – jednakże wartość średnia dla większości użytkowników nie powinna zmniejszać komfortu korzystania z usług.

Pomimo tylko 6-miesięcznego doświadczenia w komercyjnym oferowaniu usług oraz ograniczeniu prędkości pobierania do 1 Mbit/s zaskakująco dobrze w porównaniach wypadły usługi P4 – uzyskując poziom zbliżony do PTC. Co ciekawe, pomimo oficjalnego braku trybu HSUPA, P4 uzyskał maksymalną ocenę w prędkości wysyłania danych.

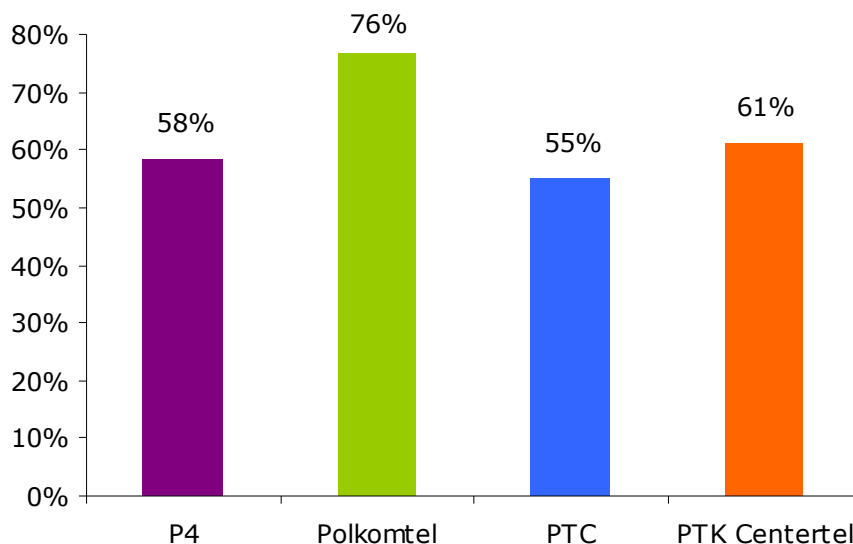
Średnie wartości badanych parametrów dla wszystkich operatorów zawierają wykresy poniżej (Rysunek 2-3, Rysunek 2-4, Rysunek 2-5, Rysunek 2-6).

Rysunek 2-3. Średnie zmierzone prędkości pobierania danych u badanych operatorów (kbit/s)



Rysunek 2-4. Średnie zmierzone prędkości wysyłania danych u badanych operatorów (kbit/s)**Rysunek 2-5. Średnie opóźnienia przesyłania danych u badanych operatorów (ms)**

Rysunek 2-6. Średnie stabilność przesyłania danych u badanych operatorów

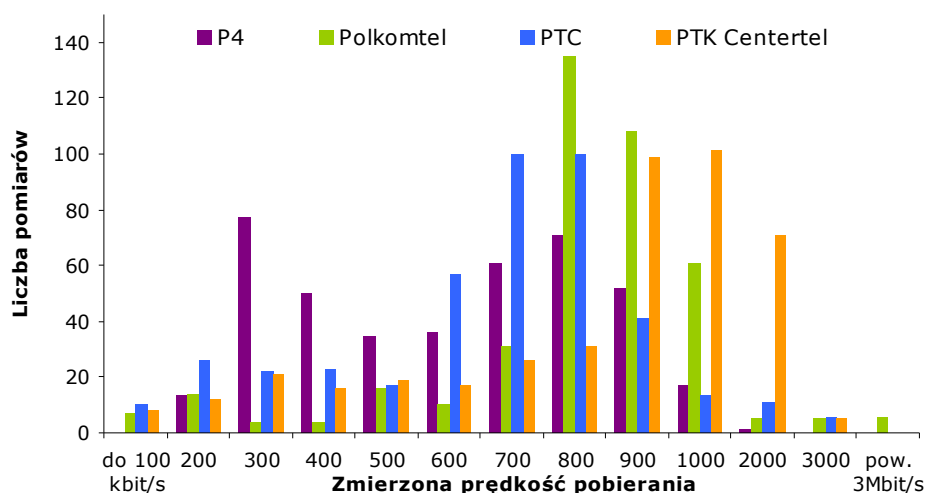


Operator	Prędkość pobierania (kbit/s)	Prędkość wysyłania (kbit/s)	Opóźnienie (ms)	Stabilność połączenia
P4	553	251	380	58%
Polkomtel	822	165	282	76%
PTC	645	207	390	55%
PTK Centertel	803	230	256	61%

Operator	Odchylenie standardowe (kbit/s)	Odchylenie standardowe (kbit/s)	Odchylenie standardowe (ms)	Odchylenie standardowe
P4	231	44	288	26%
Polkomtel	524	90	163	23%
PTC	330	79	361	28%
PTK Centertel	324	84	211	26%

Ciekawie prezentuje się także porównanie histogramów zmierzonych prędkości pobierania danych (por. Rysunek 2-7). Na wykresie możemy zaobserwować, jak bardzo zbliżone są wyniki w kategorii prędkości pobierania Polkomtela i PTK Centertel. W przypadku P4 widoczne jest charakterystyczne odcięcie prędkości pobierania w przedziale poniżej 200 kbit/s (brak technologii GPRS/EDGE) oraz powyżej 1 Mbit/s (ograniczenie prędkości wprowadzone intencjonalnie przez operatora).

Rysunek 2-7. Histogramy zmierzonych prędkości pobierania danych u badanych operatorów

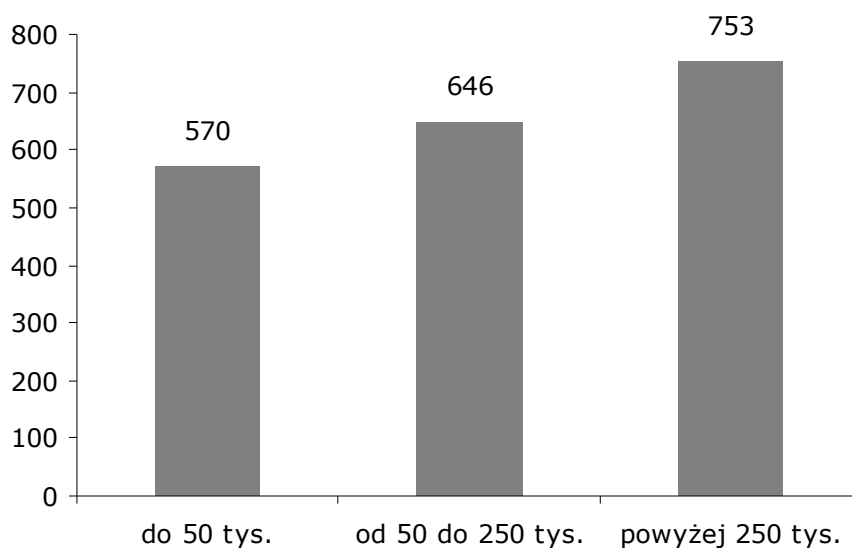


Rysunek 2-8 obrazuje korelację pomiędzy wielkością miasta, a średnią zmierzoną prędkością pobierania danych. Lepsza jakość usług w dużych miastach jest związana głównie z bardziej rozbudowaną infrastrukturą radiową (także wewnątrz budynków) oraz preferencją operatorów do jej modernizacji począwszy od największych aglomeracji.

Za rozbudową infrastruktury w dużych miastach przemawiają także statystyki operatorów – P4 podał, że 80% użytkowników Play Online mieszka w miastach powyżej 50 tys., a 35% – powyżej 500 tys.⁴.

⁴ <http://www.telepolis.pl/news.php?id=13408>

Rysunek 2-8. Średnie zmierzone prędkości pobierania danych w zależności od liczby mieszkańców (kbit/s)



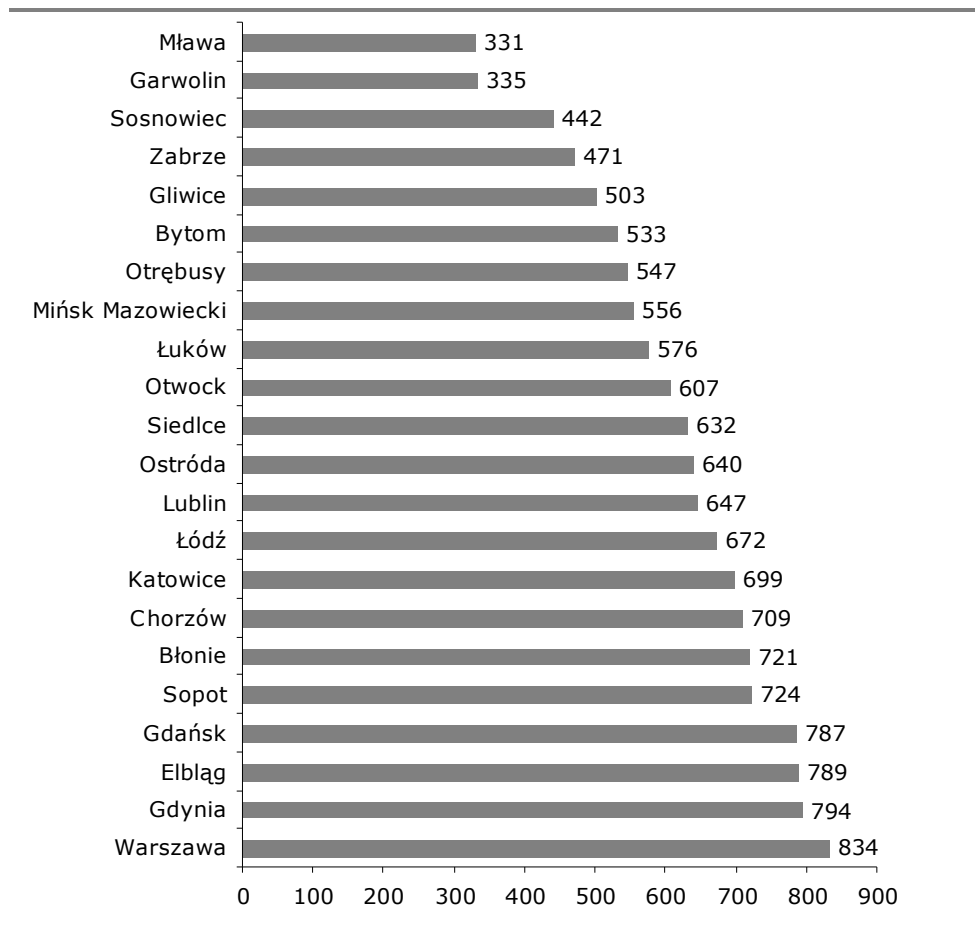
Liczba mieszkańców badanych miast	Prędkość pobierania (kbit/s)	Prędkość wysyłania (kbit/s)	Opóźnienie (ms)	Stabilność połączenia
do 50 tys.	570	178	433	51%
od 50 do 250 tys.	646	220	313	65%
powyżej 250 tys.	753	220	304	65%

W trakcie badania potwierdziły się obserwacje, iż zwiększenie prędkości pobierania niesie ze sobą zwykle poprawę pozostałych parametrów usług.



Tezę tę potwierdzają wyniki przedstawione na wykresie (Rysunek 2-9), choć zdarzają się wyjątki – przykładowo wysoka, trzecia pozycja Elbląga w rankingu zmierzonych przepustowości.

Rysunek 2-9. Średnie zmierzone prędkości pobierania danych w badanych miastach (kbit/s)

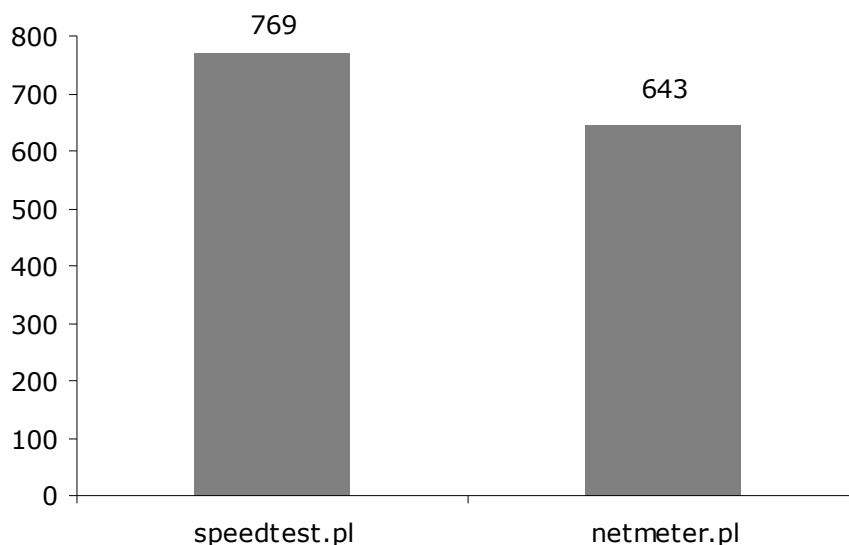


Miasto	Prędkość pobierania (kbit/s)	Prędkość wysyłania (kbit/s)	Opóźnienie (ms)	Stabilność połączenia
Błonie	721	160	248	72%
Bytom	533	184	415	37%
Chorzów	709	233	281	66%
Elbląg	789	239	261	78%
Garwolin	335	133	611	21%
Gdańsk	787	236	287	71%
Gdynia	794	230	284	68%
Gliwice	503	223	309	41%
Katowice	699	238	270	65%
Lublin	647	215	314	67%
Łódź	672	232	331	52%

Miasto	Prędkość pobierania (kbit/s)	Prędkość wysyłania (kbit/s)	Opóźnienie (ms)	Stabilność połączenia
Łuków	576	184	407	50%
Mińsk Mazowiecki	556	194	355	52%
Mława	331	123	794	26%
Ostróda	640	195	395	57%
Otrębusy	547	185	219	60%
Otwock	607	165	385	63%
Siedlce	632	209	342	75%
Sopot	724	229	316	66%
Sosnowiec	442	201	369	59%
Warszawa	834	207	305	68%
Zabrze	471	190	376	40%

Należy jednak podkreślić, że na podstawie wyników przedstawionych na powyższym wykresie nie można wnioskować o średniej prędkości dostępnych usług w poszczególnych lokalizacjach, ze względu na ograniczoną liczbę pomiarów, szczególnie w mniejszych miastach.

Rysunek 2-10. Średnie zmierzone prędkości pobierania danych w zależności od serwisu (kbit/s)



Typ pomiaru	Prędkość pobierania (kbit/s)	Prędkość wysyłania (kbit/s)	Opóźnienie (ms)	Stabilność połączenia
speedtest.pl	769	239	280	n/a
netmeter.pl	643	188	375	63%

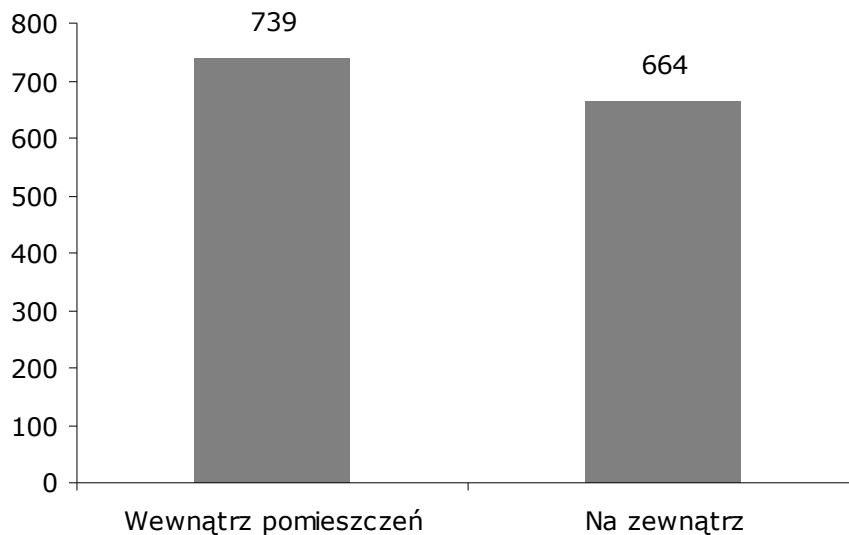


Rysunek 2-10 prezentuje średnie zmierzone prędkości pobierania danych dla dwóch serwisów wykorzystywanych w pomiarach: www.speedtest.pl i www.netmeter.pl. Różnice pomiędzy wynikami wynikają prawdopodobnie z różnej metodyki pomiaru – pierwszy serwis korzysta w testach najczęściej z plików sięgających 5 MB, podczas gdy drugi – z plików mniejszych niż 1 MB. Gorsze parametry dla serwisu www.netmeter.pl są prawdopodobnie konsekwencją stosunkowo krótkiego pomiaru – podczas obserwacji chwilowej prędkości przesyłania danych można było zauważyć zjawisko „rozpędzania się”, tzn. zwiększania prędkości chwilowej wraz z wydłużaniem czasu pomiaru.

Nieco zaskakujące wyniki prezentuje Rysunek 2-11 – wydawałoby się, że jakość usług wewnątrz pomieszczeń powinna być gorsza niż na zewnątrz, chociażby ze względu na zjawisko tłumienia sygnału radiowego przez ściany budynków. Uzyskane lepsze rezultaty można tłumaczyć działaniem pikokomórkowych stacji bazowych oraz stacji przekaźnikowych w badanych lokalizacjach – przeważnie w punktach komercyjnych (np. hotele, kina) lub miejscach użyteczności publicznej (dworce, uczelnie, itp.). Taką tezę potwierdzają wyniki z tabeli zawierającej rekordowe pomiary szybkości pobierania danych (por. Tabela 2-3) – większość z tych pomiarów została wykonana wewnątrz pomieszczeń.

Na pogorszenie wyników w kategorii „na zewnątrz pomieszczeń” mogła mieć też wpływ realizacja pomiarów z wnętrza samochodu (wyjaśnienie znajduje się w p. 4.3).

Rysunek 2-11. Średnie zmierzone prędkości pobierania danych w zależności od miejsca badania (kbit/s)

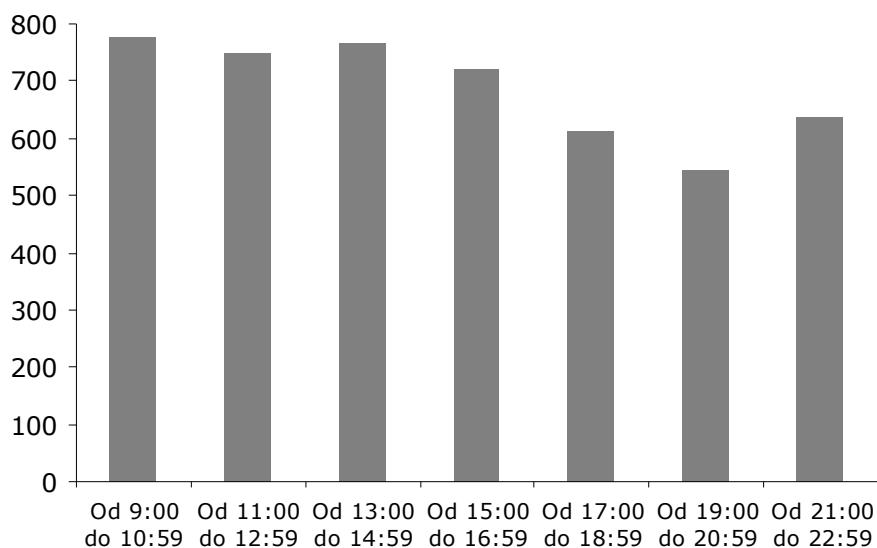




Typ pomiaru	Prędkość pobierania (kbit/s)	Prędkość wysyłania (kbit/s)	Opóźnienie (ms)	Stabilność połączenia
Wewnątrz pomieszczeń	739	218	312	64%
Na zewnątrz	664	207	346	61%

Obciążenie sieci ma bezpośredni wpływ na parametry usług mobilnego dostępu do Internetu. Uzyskana charakterystyka prędkości pobierania w dwugodzinnych oknach czasowych wskazuje, że największe obciążenie sieci występuje w godzinach 17:00-22:00, co pokrywa się z godzinami powrotu domowników z pracy/ze szkoły.

Rysunek 2-12. Średnie zmierzone prędkości pobierania danych w zależności od godzin badania (kbit/s)

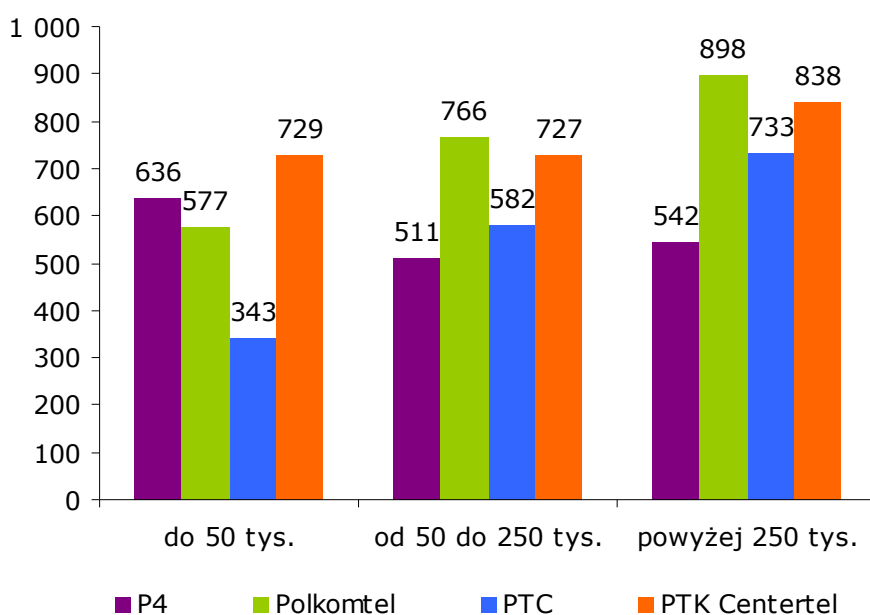


Godziny pomiaru	Prędkość pobierania (kbit/s)	Prędkość wysyłania (kbit/s)	Opóźnienie (ms)	Stabilność połączenia	Liczba pomiarów
Od 9:00 do 10:59	775	234	271	73%	142
Od 11:00 do 12:59	750	227	294	69%	300
Od 13:00 do 14:59	767	213	300	65%	398
Od 15:00 do 16:59	723	216	318	64%	353
Od 17:00 do 18:59	611	200	404	52%	226
Od 19:00 do 20:59	545	193	431	44%	156
Od 21:00 do 22:59	637	196	316	68%	104

Obserwowana korelacja wskazuje także, że najbardziej „zasobochłonnymi” klientami są odbiorcy indywidualni, korzystający z usług w domu.

Zaprezentowane poniżej wykresy obrazują analizowane dotychczas kryteria pomiarów (wielkość miasta, rodzaj serwisu pomiarowego, typ pomiaru) w podziale na badanych operatorów. Wnioski wyciągnięte dla uśrednionych pomiarów generalnie potwierdzają się także w wynikach poszczególnych dostawców usług.

Rysunek 2-13. Średnie zmierzone prędkości pobierania danych u badanych operatorów w zależności od wielkości miasta (kbit/s)

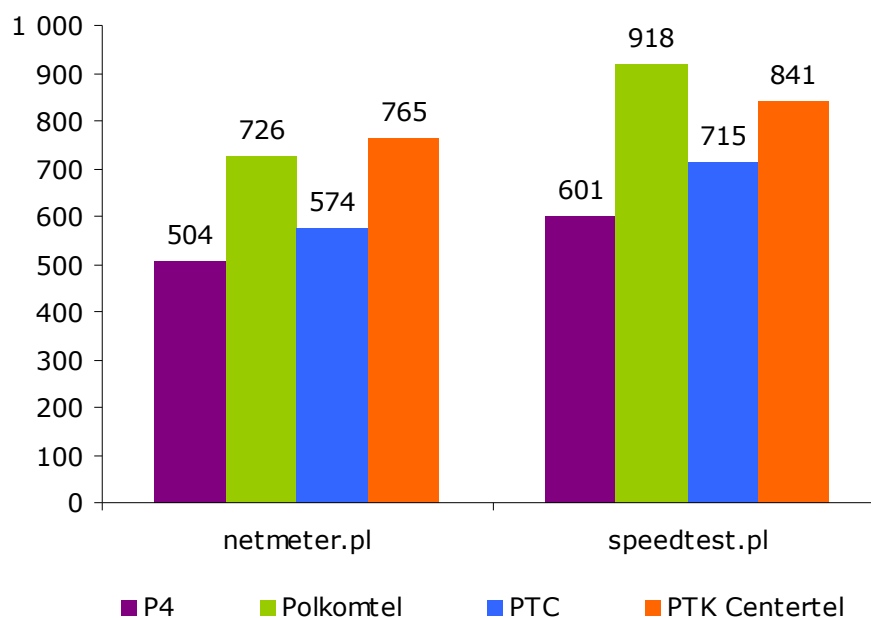


Operator	do 50 tys.	od 50 do 250 tys.	powyżej 250 tys.
P4	636	511	542
Polkomtel	577	766	898
PTC	343	582	733
PTK Centertel	729	727	838

Obserwowanym odstępstwem od wyników średnich (por. Rysunek 2-8 oraz Rysunek 2-13) jest największa prędkość pobierania danych w P4 dla miast do 50 tys. mieszkańców. Odstępstwo to wynika najprawdopodobniej z niewielkiego obciążenia infrastruktury w mniejszych miastach (mieszka tam tylko 20% abonentów operatora⁵).

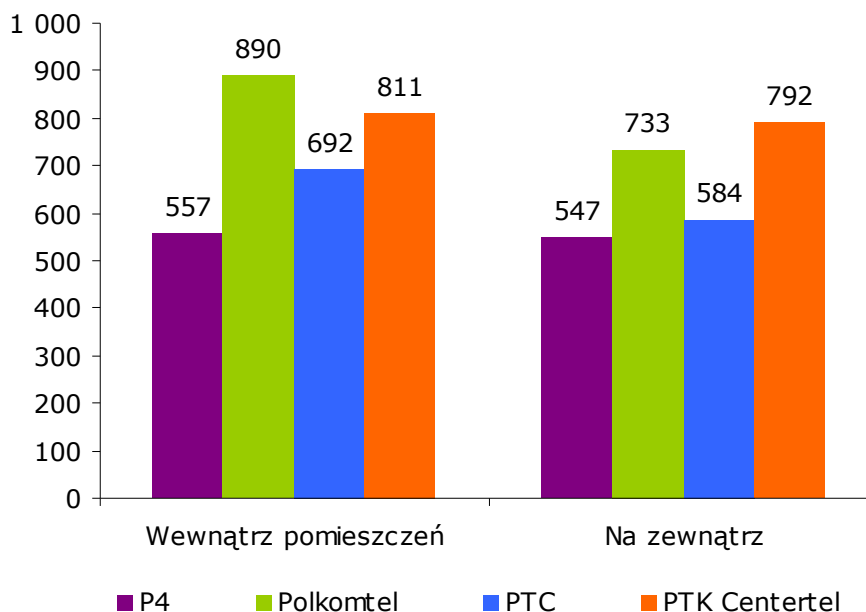
⁵ <http://www.telepolis.pl/news.php?id=13408>

Rysunek 2-14. Średnie zmierzone prędkości pobierania danych u badanych operatorów w zależności od serwisu (kbit/s)



Operator	netmeter.pl	speedtest.pl
P4	504	601
Polkomtel	726	918
PTC	574	715
PTK Centertel	765	841

Rysunek 2-15. Średnie zmierzone prędkości pobierania danych u badanych operatorów w zależności od miejsca badania (kbit/s)



Operator	Wewnątrz pomieszczeń	Na zewnątrz
P4	557	547
Polkomtel	890	733
PTC	692	584
PTK Centertel	811	792

Rekordowe wyniki zmierzonych prędkości pobierania z zanotowanych ponad 2600 pomiarów zaprezentowano w tabeli (por. Tabela 2-3). Jak już wspomniano wcześniej, pomiary najczęściej zrealizowano wewnątrz pomieszczeń, a ich wysoka wartość związana jest z istnieniem instalacji przekąźnikowych lub stacji bazowych pikokomórek.



Tabela 2-3. Lista dwudziestu pomiarów z największymi zanotowanymi szybkościami pobierania danych

L.p.	Operator	Adres	Opis miejsca	Prędkość pobierania (kbit/s)
1	Polkomtel	Warszawa, Pl. Politechniki 1	PW Gmach Główny	5 644
2	Polkomtel	Warszawa, Pl. Politechniki 1	PW Gmach Główny	5 580
3	Polkomtel	Warszawa, Wspólna 47/49	Biuro Audytel, VII p.	3 790
4	Polkomtel	Warszawa, Złota 59	Złote Tarasy, I p.	3 737
5	Polkomtel	Warszawa, Złota 59	Złote Tarasy, I p.	3 718
6	Polkomtel	Warszawa, Pl. Politechniki 1	PW Gmach Główny	3 711
7	Polkomtel	Warszawa, Złota 59	Złote Tarasy, I p.	3 698
8	Polkomtel	Warszawa, Wspólna 47/49	Biuro Audytel, VII p.	3 654
9	PTK Centertel	Warszawa, Al. Ar. Ludowej 14	IBC I, parter	2 763
10	Polkomtel	Warszawa, Wspólna 47/49	Biuro Audytel, VII p.	2 660
11	PTK Centertel	Gdańsk, Jagiellońska	Skrzyżowani z Chłopską	2 560
12	PTK Centertel	Ruda Śląska, Katowicka 31	Kaufland	2 534
13	Polkomtel	Warszawa, Al. Ar. Ludowej 14	IBC I, parter	2 534
14	Polkomtel	Warszawa, Al. Ar. Ludowej 14	IBC I, parter	2 533
15	PTC Era	Warszawa, Al. Jerozolimskie 65	Hotel Marriott, I p.	2 487
16	Polkomtel	Warszawa, Al. Ar. Ludowej 14	IBC I, parter	2 449
17	Polkomtel	Warszawa, Al. Jerozolimskie 65	Hotel Marriott, I p.	2 392
18	PTC Era	Warszawa, Złota 59	Złote Tarasy, I p.	2 381
19	Polkomtel	Warszawa, Al. Jerozolimskie 65	Hotel Marriott, I p.	2 379
20	PTK Centertel	Warszawa, Al. Ar. Ludowej 14	IBC I, parter	2 374

W ostatnich miesiącach 2008 r. pojawiły się 3 ogólnodostępne raporty dotyczące opisujące empiryczne badania mobilnego dostępu do Internetu. Dwa z nich realizowane były na bazie protokołu FTP (test szybkości łącza)^{6,7} a jeden z wykorzystaniem dedykowanego serwisu pomiarowego⁸. Uzyskane w raportach wyniki należy uznać za porównywalne (szczególnie w testach realizowanych przez Telix.pl i Komputer Świat).

⁶ „Z komórkowym modemem w Polskę - Test usługi iPlus, Orange Everywhere, Blueconnect oraz PlayOnline”, autor: Telix.pl, źródło: <http://www.telix.pl/arttykul/arttykul/z-komorkowym-modemem-w-polske-test-uslugi-iplus--orange-everywhere--blueconnect-oraz-playonline-0,24254.html>

⁷ „Plus najlepszy w transmisji danych”, autor: Polkomtel S.A., źródło: <http://www.telix.pl/arttykul/arttykul/z-komorkowym-modemem-w-polske-test-uslugi-iplus--orange-everywhere--blueconnect-oraz-playonline-0,24254.html>

⁸ „Obiecanki cacanki...”, Komputer Świat 23/08 CD

3. Wnioski oraz analiza możliwości substytucji stacjonarnego dostępu do Internetu przez dostęp mobilny

Próba bezpośredniego porównywania usług stacjonarnego i mobilnego dostępu do Internetu jest mocno utrudniona, głównie ze względu na nieco odmienną specyfikę usług oraz inne grupy docelowe.

Testy empiryczne wykazały, że uzyskana charakterystyka usług pozwala na osiągnięcie parametrów łącza na poziomie między usługą neostrada 512 a usługą neostrada 1024 (z wyłączeniem opóźnień, które dla Internetu mobilnego są kilkukrotnie/kilkunastokrotnie większe).

Codzienne korzystanie z mobilnego Internetu właściwie nie wykazuje różnic w porównaniu z dostępem stacjonarnym (w przypadku HSDPA). Strony WWW oraz pliki multimedialne pobierane są w zasadzie równie szybko, niekiedy tylko można odczuć nieco większe opóźnienia przy przeglądaniu skomplikowanych stron WWW. Omawianych opóźnień nie odczuwa się natomiast w znaczącym stopniu w aplikacjach VoIP typu Skype.

Argumentem przeważającym za usługami mobilnego dostępu do Internetu może być niska cena: przykładowo łącze Orange Freedom 512 kosztuje 80,6 zł miesięcznie wraz z opłatą za utrzymanie łącza w TP, podczas gdy podstawowe wersje dostępu mobilnego (z 1-5 GB limitem miesięcznym transmisji) można użytkować za 45-60 zł miesięcznie (przy umowie na 24 miesiące).

Opisywane walory użytkowe możliwość korzystania w dowolnym miejscu oraz niskie ceny dają w rezultacie atrakcyjną usługę dla użytkowników, których wolumen transmisji danych nie przekracza 1-5 GB miesięcznie.

Użytkownicy potrzebujący transmisji dużych wolumenów danych (pobieranie plików multimedialnych) lub współdzielenia łącza internetowego przez kilku użytkowników pomimo korzystnej cenowej ceny dostępu mobilnego⁹ prawdopodobnie wybiorą dostęp stacjonarny.

Zaleceniem do wykorzystania dostępu stacjonarnego może być też chęć korzystania z usług multimedialnych. Przykładowo:

- Godzinne przeglądanie serwisu Youtube wiąże się z koniecznością pobrania kilkudziesięciu MB danych – dla dwudziestu sesji dwugodzinnych miesięcznie daje to przeszło 4 GB danych;
- Słuchanie radia internetowego (<http://www.polskieradio.pl/sluchaj/>) wymaga pasma ok. 60 kbit/s, co daje w trakcie godziny ponad 200 MB;
- Godzinna rozmowa przez komunikator Skype wymaga wysłania i pobrania łącznie ok. 50 MB danych.

⁹ Orange Free 6Mbit/s wraz opłatą za utrzymanie łącza kosztuje 155,6 zł, podczas gdy oferty operatorów komórkowych z limitem kilkunastu GB sięgają średnio 130-140 zł miesięcznie (kontrakty 24. miesięczne).

Tabela 3-1. Internet stacjonarny kontra Internet mobilny – zestawienie wybranych danych

Czynnik	Internet stacjonarny	Internet mobilny
Liczba użytkowników na koniec 2008 r. i dynamika 2008/2007 ¹⁰	5,1 mln ¹¹	1,6 mln
Dynamika 2008/2007 ¹⁰	20%	82%
Przykładowy abonament za usługę	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 54 zł za 1Mbit/s w Orange Freedom, kontrakt na 24 m-ce + koszty utrzymania linii abonenckiej (minimum 36,6 zł miesięcznie)¹² ▪ Łączna wartość rachunków w okresie kontraktu wyniesie 2.194,4 zł 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 75 zł w iPlus prywatnie, limit 3GB, kontrakt na 24 m-ce¹³ ▪ Łączna wartość rachunków w okresie kontraktu wyniesie 1.731,0 zł – czyli ponad 20% mniej niż dla usługi stacjonarnej!
Główne czynniki stymulujące rozwój (szanse)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Duża liczba miedzianych linii abonenckich ▪ Nowe oferty na bazie LLU 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Różnica liczba laptopów i innych urządzeń przenośnych ▪ Powolny rozwój infrastruktury kablowej w niektórych lokalizacjach
Główne zagrożenia	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zapełnienie DSLAMów w TP oraz niekiedy słaby stan pętli abonenckich ▪ Opóźnienia we wdrożeniu LLU oraz problemy techniczne w BSA ▪ Trudności w budowie infrastruktury przewodowej (długotrwały proces) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Usługi „miejskiego Internetu” oraz inne projekty zmniejszające „cyfrowe wykluczenie” ▪ Konieczność zwiększania przepustowości dowiązań do szkieletu stacji bazowych ▪ Trudności w budowie infrastruktury radiowej (długotrwały proces)

W nadchodzących latach na utrzymanie dwucyfrowej dynamiki wzrostu liczby odbiorców mobilnego dostępu do Internetu będą miały wpływ:

- Możliwość pakietyzowania z usługami głosowymi i Internetem stacjonarnym;

¹⁰ Estymacje. Na podstawie raportu „Polski rynek telekomunikacyjny 2008”, Audytel S.A., wrzesień 2008 r.

¹¹ Suma liczby użytkowników dostępu xDSL, CATV oraz Ethernet.

¹² Opłata aktywacyjna – 19 zł, modem ZTE ZXDSL 852 – 1 zł.

¹³ Pierwsze dwa miesiące abonament kosztuje 1 zł, opłata aktywacyjna – 50 zł, modem USB Huawei E230 HSPA 7,2 – 60 zł.



- Innowacyjne taryfy typu Orange Free na 1 dzień;
- Usługi zryczałtowanego dostępu do Internetu w telefonach komórkowych.

Z drugiej strony może jednak nastąpić zahamowanie dynamiki wzrostu sprzedaży w wyniku stopniowego pogarszania się parametrów oferowanych usług. Ograniczona pojemność usług mobilnego Internetu dotyczy zarówno części radiowej, jak i dowiązań stacji bazowych do szkieletu – koszty rozbudowy tych elementów są głównym czynnikiem zmniejszającym konkurencyjność w stosunku do dostępu stacjonarnego, szczególnie przy zwiększających się zapotrzebowaniach na przepustowość transmisji pojedynczych użytkowników. T-Mobile już w kwietniu 2008 r. odnotował, iż ruch mobilnej transmisji danych przewyższył w jego sieci w Niemczech ruch głosowy¹⁴.

Trudno jest jednoznacznie stwierdzić czy mobilny dostęp do Internetu jest substytutem dla dostępu stacjonarnego. Teza taka może być z dużym prawdopodobieństwem prawdziwa w dwóch modelowych przypadkach:

- Internet mobilny jako jedyną drogę dostępu do zasobów globalnej sieci wybiorą użytkownicy zwracający uwagę na koszty oraz tacy, dla których nie stanowi ograniczenia miesięczny limit transmisji danych;
- Internet mobilny wybiorą użytkownicy nie mający sensownej alternatywy dostępowej, a więc chcący korzystać z dostępu do sieci w miejscach, gdzie brak jest innych możliwości.

W pozostałych przypadkach powinniśmy mówić raczej o komplementarności usług mobilnych i stacjonarnych niż o ich wzajemnej substytucji. Przykładowo 68% użytkowników respondentów deklarujących korzystanie z mobilnego Internetu w Wielkiej Brytanii używa go równoległe z łączem stacjonarnym¹⁵. Możemy sobie wyobrazić sytuację, w której użytkownik, dla którego koszty nie stanowią głównego kryterium wyboru, decyduje się na wykupienie usługi mobilnej dla elastyczności dostępu w laptopie „w każdym miejscu i o każdej porze” zaś dla celów łączności w domu kupuje stacjonarne usługi szerokopasmowe w pakiecie z IPTV i VoD.

Z tezą o komplementarności omawianych usług polemizuje międzynarodowa firma analityczna Analysys Mason. Jej analitycy twierdzą, że u głównych dostawców Internetu (zarówno usług stacjonarnych, jak i mobilnych) w zbadanych krajach mediana miesięcznej transmisji danych wynosi 1 GB. Na podstawie takich informacji prognozują, że nawet 40% usług stacjonarnych może być zagrożonych substytucją (czy też komplementarnością) ze strony usług mobilnych. Do takich wniosków skłaniają ich też statystyki udziału dostępu mobilnych w ogólnej liczbie dostępu szerokopasmowych – przykładowo w Austrii udział ten sięga obecnie aż 30% (w Polsce na koniec 2008 r. szacujemy go na ok. 23%). Analysys Mason prognozuje, że w 2013 r. w Europie 25% gospodarstw domowych będzie wyposażonych jedynie w

¹⁴ „Mobile Entertainment”, Informa, kwiecień 2008 r.

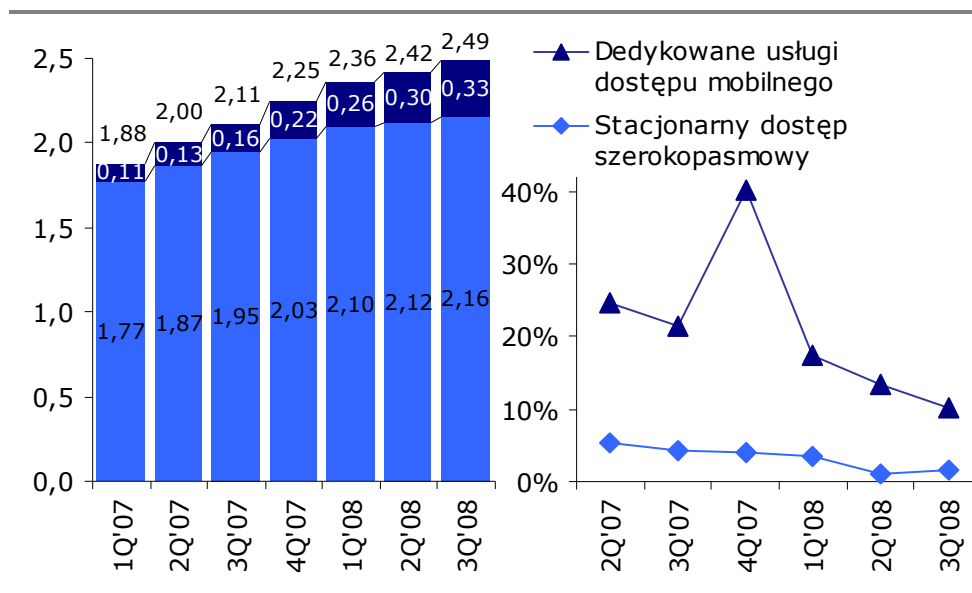
¹⁵ <http://www.ofcom.org.uk/research/cm/cmr08/>



dostęp mobilny, a 55% gospodarstw domowych będzie miało wykupioną przynajmniej jedną usługę mobilnego dostępu do Internetu.

Opisywane zjawisko można w pewnym stopniu obserwować w wynikach sprzedaży Grupy TP: baza abonentów detalicznych szerokopasmowych usług stacjonarnych wzrosła w okresie ostatniego roku do końca 3Q'2008 o 10,6%, podczas gdy baza abonentów dedykowanych usług mobilnych wzrosła o 105,7% – w wartościach bezwzględnych odpowiednio o 207 tys. oraz o 168 tys. abonentów (por. Rysunek 3-1).

Rysunek 3-1. Liczba abonentów detalicznych usług dostępu do Internetu Grupy TP (w mln linii, z lewej) oraz dynamika sprzedaży tych usług (kwartał do kwartału, z prawej)



Nie ma niestety danych, które stwierdzałyby jednoznacznie, w jakim stopniu dynamika sprzedaży usług mobilnych odbywa się kosztem (jako substytut) czy też równolegle (jako dobro komplementarne) do sprzedaży usług stacjonarnych.

4. Metodyka badania

Głównym elementem wpływającym na parametry transmisji wykorzystywanej do mobilnego dostępu do Internetu jest zasięg sieci radiowej operatora w danej lokalizacji. Kolejnym czynnikiem jest dostępność technologii transmisji, która w największym stopniu determinuje prędkość pobierania:

- GPRS – 53,6 kbit/s¹⁶
- EDGE – 236,8 kbit/s¹⁶
- UMTS – 384 kbit/s¹⁶
- HSDPA – 7,2 Mbit/s¹⁶

Jeśli już dany terminal jest w zasięgu konkretnej technologii dostępowej (pod warunkiem, że ją obsługuje), na jakość dostępnych usług wpływ mają:

- Odległość od stacji bazowej (im dalej, tym moc sygnału docierającego do terminala jest mniejsza);
- Ukształtowanie terenu oraz warunki propagacji sygnału radiowego (jakość usług mogą pogarszać przeszkody terenowe oraz wysoka zabudowa/duże zurbanizowanie terenu);
- Lokalizacja terminala (moc sygnału wewnątrz pomieszczeń jest mniejsza, co może nawet uniemożliwiać transmisję sygnału);
- Rodzaj terminala (moc odbieranego sygnału mogą zwiększyć anteny zewnętrzne);
- Obciążenie sieci (duża liczba użytkowników, do której nie jest przystosowana infrastruktura radiowa i szkieletowa operatora, może chwilowo ograniczyć dostępność usług; objawia się to najczęściej niestabilnością parametrów łącza);
- Rodzaj usługi (usługi wymagające dużej przepustowości i mniejszych błędów transmisji wymagają lepszych parametrów sygnału radiowego).

4.1. Procedura pomiarowa

Badania przeprowadzono w sieciach czterech operatorów przy użyciu modemów Huawei E220¹⁷ (bez SIMLocka). Pomiary realizowano równolegle na dwóch laptopach FujitsuSiemens Amilo Pro V2060, z zainstalowanym systemem operacyjnym Microsoft XP Professional SP2. Do pomiarów wykorzystano przeglądarkę Mozilla Firefox 3.02.

¹⁶ Prędkość teoretyczna – osiągalna w przypadku znikomego obciążenia interfejsu radiowego oraz bardzo dobrych warunków propagacji między stacją bazową a terminalem.

¹⁷ Sterownik 2.0.3.8X.SP13.

Tabela 4-1. Procedura pomiarowa

- Podłączam modem za pomocą kabla USB do komputera;
- Umieszczam modem w miejscu identycznym jak dla pomiarów innych operatorów w danej lokalizacji. Umieszczenie modemu ma być wzorowane na korzystaniu z usług mobilnego Internetu przez typowego użytkownika (np. blisko okna, na podwyższeniu, itp.);
- Nawiązuję sesję z siecią operatora;
- Uruchamiam program Firefox i otwieram strony serwisów pomiarowych: www.speedtest.pl oraz www.netmeter.pl
- Przeprowadzam testowy pomiar szybkości łącza osobno dla każdego z serwisów;
- Przeprowadzam trzy niezależne testy prędkości w serwisie www.speedtest.pl oraz www.netmeter.pl, rejestruję otrzymane wyniki;
- Rozwiązuję sesję z siecią operatora;
- Odłączam kabel USB z modemem od komputera.

Testy jakości dostępu zasobów Internetu zostały zrealizowane poprzez niezależne pomiary w dwóch serwisach (po trzy pomiary w każdym z serwisów w danej lokalizacji):

- www.speedtest.pl;
- www.netmeter.pl (serwer Frankfurt/Niemcy).

Serwis [netmeter.pl](http://www.netmeter.pl) umożliwił dodatkowo zmierzenie stabilności łącza (szczegółowy opis mierzonych parametrów zawiera Tabela 4-2). Serwery mierzące parametry łącza dla obydwu serwisów zlokalizowane były na terenie Niemiec¹⁸.

Należy pamiętać, że serwisy internetowe specjalizujące się w pomiarze szybkości łącza ze względów technicznych charakteryzują się około 10-procentowym błędem pomiaru¹⁹. Wynika to głównie z niekontrolowanego obciążenia łącza, do którego podłączony jest serwer przeprowadzający pomiar. Głównym powodem zastosowania dwóch serwisów było właśnie zminimalizowanie wpływu błędu realizacji pomiaru oraz porównanie stabilności pomiarów.

¹⁸ Lokalizacje serwerów zostały sprawdzone na podstawie serwisu <http://ripe.net/>.

¹⁹ Dane z korespondencji e-mailowej z administratorem serwisu [speedtest.pl](http://www.speedtest.pl).

Tabela 4-2. Opis mierzonych parametrów opisujących właściwości usług mobilnego dostępu do Internetu

Parametr	Interpretacja	Sposób pomiaru
Prędkość pobierania (kbit/s)	Prędkość pobierania/wysyłania charakteryzuje średnią szybkość, z jaką w trakcie pomiaru dane zostały przesłane z punktu źródłowego do punktu docelowego. Czym większa prędkość pobierania/wysyłania, tym krótszy czas potrzebny jest na przesłanie pliku o tym samym rozmiarze. Przykładowo, prędkość 256kbit/s umożliwia przesłanie pliku o rozmiarze 2MB w czasie 64s, prędkość 512kbit/s w czasie 32s, a prędkość 4Mbit/s w czasie 4s.	Założeniem wykonania pomiaru prędkości łącza w dedykowanych serwisach jest z reguły brak przekroczenia określonego czasu pomiaru – zwykle od kilku do kilkunastu sekund. Dlatego też na początku pomiaru badana jest wstępnie prędkość łącza i dla niej dobierany jest plik testowy (przykładowo w serwisie www.speedtest.pl dla badania prędkości pobierania stosowane są pliki o wielkości 0,5MB, 1MB, 2MB, 5MB i 7 MB). Podczas pomiaru szybkości pobierania/wysyłania badany jest czas potrzebny na przesłanie określonego pliku z komputera źródłowego do docelowego, na podstawie którego obliczana jest średnia wartość prędkości łącza.
Prędkość wysyłania (kbit/s)	Prędkość pobierania przekłada się na komfort w usługach typu przeglądanie stron WWW, pobieranie plików multimedialnych. Natomiast prędkość wysyłania – na wysłanie dużych wiadomości e-mailowych oraz publikowanie materiałów multimedialnych w Internecie.	
Opóźnienie (ms)	Opóźnienie określa średni czas potrzebny na przesłanie danych (zwykle małej paczki) z komputera do zdalnego serwera i z powrotem. Wielkość opóźnienia ma wpływ na jakość realizacji usług czasu rzeczywistego, w szczególności VoIP. Przyjmuje się, że dla transmisji głosu przez Internet średnie opóźnienie w jedną stronę nie powinno przekraczać 150ms, co gwarantuje brak powstania wrażenia „wchodzenia sobie w słowo”. Opóźnienie może mieć też wpływ na komfort przeglądania skomplikowanych stron internetowych (przykładowo najpopularniejszych portali informacyjno-rozrywkowych), w których dane są sekwencyjnie pobierane z wielu serwerów – dotyczy to przykładowo reklam. Jeśli opóźnienia są znaczne (rzędu 1s) to, pomimo dużej prędkości pobierania danych, czas potrzebny na wczytanie strony internetowej może się wyraźnie wydłużyć.	Pomiar opóźnienia wykonywany jest za pomocą polecenia Ping, korzystającego z protokołu diagnozowania połączeń sieciowych ICMP. Ping wysyła pakiety ICMP Echo Request i odbiera ICMP Echo Reply, rejestrując czas wysłania pakietów pierwszego rodzaju i odbiór pakietów drugiego rodzaju. Pomiar zwykle zwraca średnią wartość opóźnienia dla kilku/kilkunastu pomiarów.
Stabilność łącza (%)	Zdolność do przesyłania (w naszym przypadku pobierania) danych ze stałą prędkością – bez fluktuacji prędkości transmisji. Stabilność łącza gwarantuje nam stabilność parametrów usługi dostępu do Internetu, co jest ważne w przypadku aplikacji z wysokimi wymaganiami na QoS (np. VoIP lub streaming video). Stabilność bliska 0% oznacza, że w trakcie pomiaru zdarzyły się przerwy w transmisji lub jej prędkość została chwilowo mocno ograniczona. Stabilność bliska 100% oznacza nieznaczne zmiany prędkości transmisji w trakcie pomiaru.	Test stabilności połączenia opiera się na porównywaniu czasu pobierania kilku identycznych plików. W procesie pomiaru porównuje się najgorszy wynik z najlepszym. Przykład obliczenia stabilności: jeżeli plik testowy jest najszybciej pobrany w 1s a najwolniej za 2s, to współczynnik stabilności wynosi 50%. Parametr stabilności łącza mierzony był jedynie przez serwis www.netmeter.pl

Pomimo wspomnianej wady do realizacji pomiarów wykorzystano internetowe serwisy pomiarowe, głównie z uwagi na porównywalność i łatwość interpretacji wyników. Zestawienie wad i zalet możliwych metod pomiarów parametrów łączy do Internetu zawiera Tabela 4-3. Aby zminimalizować ewentualne błędy, do badań wykorzystywano niezależne dwa serwisy oraz wybierano jedynie 4 najlepsze z 6 zanotowanych pomiarów dla każdej lokalizacji.

Tabela 4-3. Porównanie wad i zalet pomiaru parametrów usług mobilnego dostępu do Internetu z wykorzystaniem FTP oraz dedykowanych ogólnodostępnych serwisów pomiarowych

Kategoria	Dedykowany serwis pomiarowy	FTP
Wady	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Brak bezpośredniego wpływu na identyczne warunki pomiarowe ▪ Możliwość chwilowego obciążenia serwisu, co może wywoływać błędy pomiarowe 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ W rzeczywistości warunki do takiego korzystania z usług zdarzają się stosunkowo rzadko ▪ Przesyłanie dużych plików umożliwia osiągnięcie większych szybkości średnich – co nie musi odwzorowywać rzeczywistej, odczuwanej przez użytkownika jakości usług
Zalety	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Porównywalność wyników z pomiarami użytkowników indywidualnych ▪ Stały, przewidywalny czas pomiaru ▪ Zbliżenie warunku pomiaru do charakterystyki korzystania z usług typowego użytkownika (choćby dla parametru opóźnienia) ▪ Szeroka dostępność popularnych serwisów pomiarowych 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Duża kontrola nad środowiskiem pomiarowym

4.2. Badane lokalizacje

Aby wykorzystać opisane powyżej aspekty, opracowany został plan pomiarów, który uwzględnił możliwość przetestowania usług mobilnego dostępu do Internetu w różnorodnych warunkach propagacji. Ponieważ usługi szybkiego Internetu mobilnego zależą w dużej mierze od dostępności technologii HSDPA (i to w wersji 7,2 Mbit/s) w planie pomiarów wytypowano do badań zbiór miast na terenie całego kraju. Celem było sprawdzenie rzeczywistych parametrów usług w mniejszych miastach, w których infrastruktura radiowa i sieciowa zwykle modernizowana jest na końcu – ze względu na stosowanie wspowego modelu wdrażania nowych usług.



Głównym kryterium, którym posługiwano się w wyborze konkretnych lokalizacji, był zasięg sieci 3G badanych operatorów (który dawał dużą pewność dostępności technologii HSDPA). Cel ten osiągnięto poprzez wstępną weryfikację lokalizacji punktów pomiarowych z listą wydanych przez Prezesa UKE pozwoleń radiowych dla stacji telefonii komórkowej 3G²⁰. Proces wyboru konkretnych lokalizacji w danym mieście wyglądał następująco:

- Typowano zbiór lokalizacji w danym mieście pod kątem ich reprezentatywności dla planu pomiarów oraz dogodności wykonania pomiaru;
- Na podstawie znajomości (teoretycznej) umiejscowienia stacji bazowych 3G operatorów komórkowych, odrzucano lokalizacje oraz miasta nie będące w zasięgu sieci 3G;
- W ostatniej fazie w arbitralny sposób odrzucano lokalizacje, w których mogłoby nie być zasięgu sieci danego operatora lub zasięg ten mógłby być mocno ograniczony.

Tabela 4-4. Podział liczby zbadanych lokalizacji w zależności od wielkości miasta

Wielkość miasta	Liczba miast	Liczba zbadanych lokalizacji
do 50 tys. mieszkańców	9	18
od 50 tys. do 250 tys. mieszkańców	7	16
powyżej 250 tys. mieszkańców	6	73
SUMA	22	107

Należy podkreślić, że sposób doboru lokalizacji pomiarowych jest najistotniejszy z punktu widzenia porównywalności wyników pomiarów między operatorami. Opracowany plan pomiarów miał na celu zbliżenie się do idealnych warunków porównawczych i został przygotowany z największą możliwą starannością dla warunków, którym daleko do laboratoryjnych.

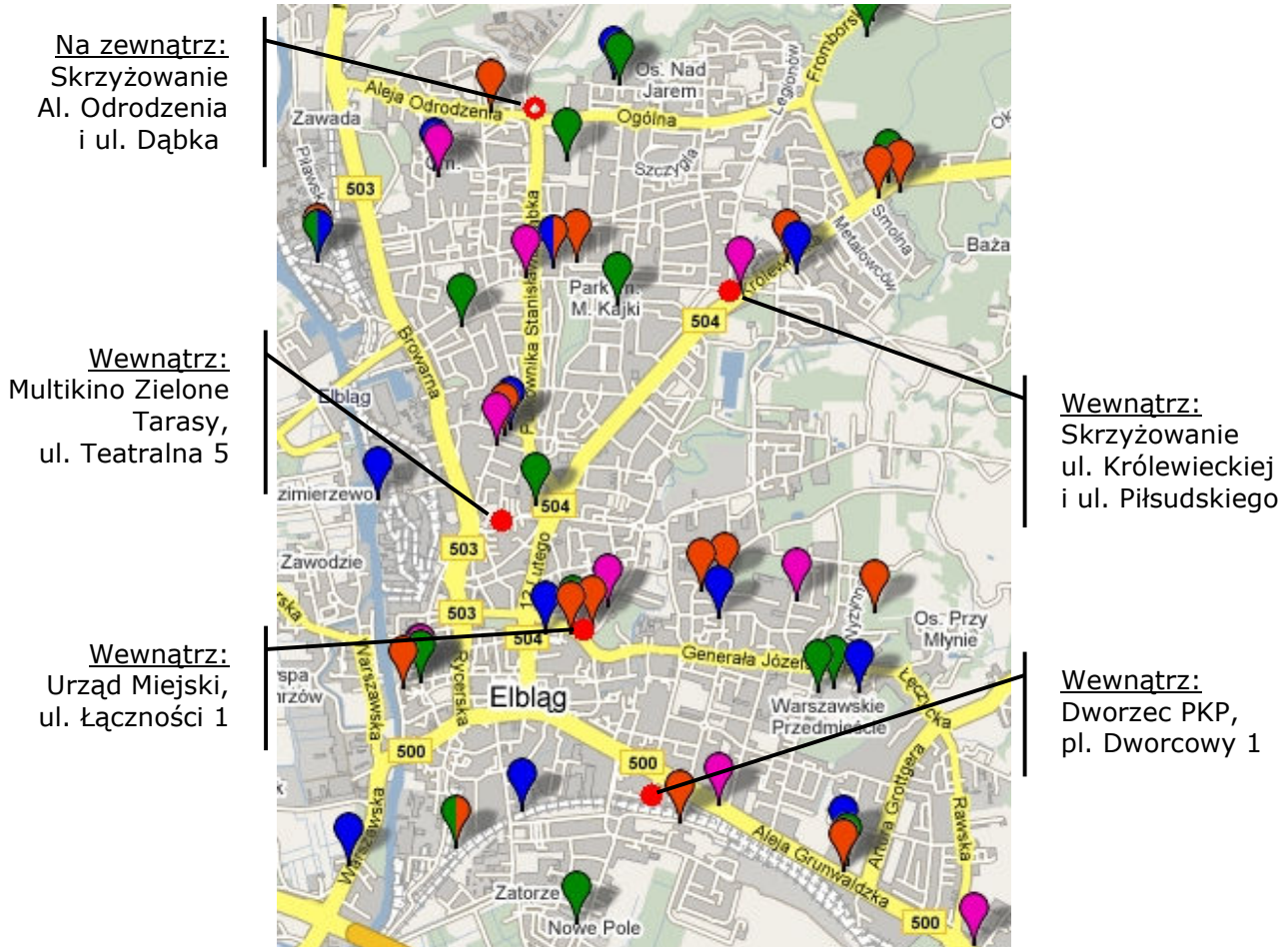
²⁰ Ich wizualizację można znaleźć na stronie <http://mapa.btsearch.pl/>

Tabela 4-5. Lista miast w których przeprowadzono badania mobilnego dostępu do Internetu

Miasto	Liczba mieszkańców (tys.)	Liczba zbadanych lokalizacji
Błonie	20	1
Bytom	184	1
Chorzów	115	2
Elbląg	126	5
Garwolin	16	2
Gdańsk	457	9
Gdynia	251	4
Gliwice	187	2
Katowice	314	7
Lublin	351	13
Łódź	753	12
Łuków	30	2
Mińsk Mazowiecki	38	1
Mława	29	2
Ostróda	34	4
Otrębusy	2	1
Otwock	43	2
Siedlce	77	4
Sopot	39	3
Sosnowiec	222	1
Warszawa	1706	28
Zabrze	181	1

Przykładowe lokalizacje punktów pomiarowych dla jednego z badanych miast – Elbląga – zawiera Rysunek 4-1.

Rysunek 4-1. Przykładowe lokalizacje punktów pomiarowych w Elblągu



Źródło: mapa.btsearch.pl²¹, Audytel

Oprócz właściwego doboru lokalizacji, dla osiągnięcia porównywalności wyników, pomiary dla wszystkich operatorów przeprowadzane były w maksymalnym oknie czasowym 1 godziny, na sprzęcie o tych samych parametrach oraz w możliwie tych samym umiejscowieniu terminala (por. Tabela 4-1). Ponieważ obserwowane były przypadki chwilowego pogorszenia wyników, które korelowały np. z przerwą na konferencji w holu hotelowym, przyjazdem pociągu na dworzec PKP itp., ze zrealizowanych 6 pomiarów w każdej lokalizacji wybierano 4 najlepsze, w celu wyeliminowania chwilowych zaników sygnału radiowego w sieciach 3G/3.5G, skutkujących tymczasowym pogorszeniem jakości parametrów usług lub zwiększeniem stopy błędów transmisji.

²¹ Lokalizacje stacji bazowych w serwisie zostały wprowadzone na bazie [wykazu](#) pozwoleń radiowych dla stacji telefonii komórkowej Urzędu Komunikacji Elektronicznej. Lista ta zawiera także stacje w trakcie budowy lub planowane do wybudowania.

Podsumowując wątek porównywalności wyników pomiarów dla poszczególnych sieci należy stwierdzić, że uzyskane pomiary są wyrazem przyjętej metodyki pomiarów i nie powinny służyć użytkownikom końcowym przy ostatecznym wyborze dostawcy usług. **Użytkownik indywidualny ma zawsze możliwość przetestowania usług mobilnego Internetu w najważniejszych dla niego lokalizacjach²²** (lub zasięgnięcia opinii znajomych lub na forach internetowych) **i w ostateczności wyboru dostawcy spełniającego jego wymagania dotyczące jakości usług** (a także parametrów handlowych lub innych indywidualnych preferencji).

4.3. Typy pomiarów

Uwzględnienie możliwości mobilności użytkowników (a w zasadzie noma-dyczności²³) odbyło się poprzez realizację pomiarów wewnątrz budynków oraz na zewnątrz pomieszczeń²⁴.

Ściany budynków zwiększają tłumienie sygnału radiowego i mogą być przyczyną pogorszenia parametrów usług, z drugiej strony w wielu budynkach użyteczności publicznej są zainstalowane wewnętrzne instalacje antenowe (pikokomórki lub anteny przekaźnikowe), czego konsekwencją są lepsze parametry usług wewnątrz pomieszczeń (por. Rysunek 2-11).

4.4. Pory dnia

Pomiary zostały przeprowadzane w godzinach 9:00–23:00, od poniedziałku do soboty. Uzyskane wyniki zgrupowano w dwugodzinnych oknach czasowych, co pozwoliło na uzyskanie korelacji pomiędzy parametrami usług a porą dnia (por. Rysunek 2-12).

²² Oferty na testowanie usług mobilnego dostępu do Internetu zestawiono w rozdziale 2.

²³ Tzn., korzystania z usług w dowolnym miejscu będącym w zasięgu sieci radiowej.

²⁴ Ze względu na ujemną temperaturę panującą na zewnątrz, pomiary przeprowadzane były z wnętrza samochodu osobowego – modem umiejscowiony był tuż przy oknie.



Zasady publikacji raportu

Wykorzystanie raportu lub jego fragmentów dla celów publikacji wymaga podania źródła: „Rewolucja mobilnego Internetu w Polsce”, styczeń 2009, Audytel S.A.

Wykorzystanie raportu w innych celach wymaga odrębnej pisemnej zgody Audytel S.A.

Spis tabel

Tabela 2-1. Uśrednione wyniki pomiarów prędkości pobierania i wysyłania danych, opóźnień oraz stabilności połączenia dla mobilnego dostępu do Internetu ...	8
Tabela 2-2. Maksymalna liczba punktów do zdobycia przy porównaniu parametrów usług mobilnego dostępu do Internetu u badanych operatorów	9
Tabela 2-3. Lista dwudziestu pomiarów z największymi zanotowanymi szybkościami pobierania danych.....	22
Tabela 3-1. Internet stacjonarny kontra Internet mobilny – zestawienie wybranych danych	24
Tabela 4-1. Procedura pomiarowa	28
Tabela 4-2. Opis mierzonych parametrów opisujących właściwości usług mobilnego dostępu do Internetu.....	29
Tabela 4-3. Porównanie wad i zalet pomiaru parametrów usług mobilnego dostępu do Internetu z wykorzystaniem FTP oraz dedykowanych ogólnodostępnych serwisów pomiarowych.....	30
Tabela 4-4. Podział liczby zbadanych lokalizacji w zależności od wielkości miasta.....	31
Tabela 4-5. Lista miast w których przeprowadzono badania mobilnego dostępu do Internetu	32

Spis rysunków

Rysunek 2-1. Statystyki ze zmierzonych prędkości pobierania i wysyłania danych dla usług mobilnego dostępu do Internetu.....	7
Rysunek 2-2. Liczba punktów zdobyta w trakcie pomiarów parametrów usług mobilnego dostępu do Internetu u badanych operatorów	9
Rysunek 2-3. Średnie zmierzone prędkości pobierania danych u badanych operatorów (kbit/s)	10
Rysunek 2-4. Średnie zmierzone prędkości wysyłania danych u badanych operatorów (kbit/s)	11
Rysunek 2-5. Średnie opóźnienia przesyłania danych u badanych operatorów (ms)....	11
Rysunek 2-6. Średnie stabilność przesyłania danych u badanych operatorów	12
Rysunek 2-7. Histogramy zmierzonych prędkości pobierania danych u badanych operatorów	13
Rysunek 2-8. Średnie zmierzone prędkości pobierania danych w zależności od liczby mieszkańców (kbit/s).....	14
Rysunek 2-9. Średnie zmierzone prędkości pobierania danych w badanych miastach (kbit/s).....	15
Rysunek 2-10. Średnie zmierzone prędkości pobierania danych w zależności od serwisu (kbit/s)	16
Rysunek 2-11. Średnie zmierzone prędkości pobierania danych w zależności od miejsca badania (kbit/s)	17
Rysunek 2-12. Średnie zmierzone prędkości pobierania danych w zależności od godzin badania (kbit/s).....	18
Rysunek 2-13. Średnie zmierzone prędkości pobierania danych u badanych operatorów w zależności od wielkości miasta (kbit/s).....	19
Rysunek 2-14. Średnie zmierzone prędkości pobierania danych u badanych operatorów w zależności od serwisu (kbit/s).....	20
Rysunek 2-15. Średnie zmierzone prędkości pobierania danych u badanych operatorów w zależności od miejsca badania (kbit/s).....	21
Rysunek 3-1. Liczba abonentów detalicznych usług dostępu do Internetu Grupy TP (w mln linii, z lewej) oraz dynamika sprzedaży tych usług (kwartał do kwartału, z prawej)	26
Rysunek 4-1. Przykładowe lokalizacje punktów pomiarowych w Elblągu.....	33

Notki biograficzne autorów raportu



Emil Konarzewski

Partner Zarządzający, Audytel S.A.

Absolwent University of Minnesota (MBA), Szkoły Głównej Handlowej w Warszawie (Podyplomowe Studium Zarządzania) oraz Uniwersytetu Warszawskiego (Wydział Fizyki).

Ma bogate doświadczenia w strategii zarządzania firmami nowej technologii. Jest współzałożycielem i partnerem w firmie analityczno-doradczej Audytel (od 2002). Wcześniej był współzałożycielem i prezesem jednego z pierwszych internetowych centrów danych w Polsce, Gravity S.A., wiceprezesem do spraw sprzedaży w grupie firm GTS Internet Partners, prezesem i dyrektorem zarządzającym dostawcy usług internetowych Atom S.A., dyrektorem działu PC w Digital Equipment Polska oraz dyrektorem handlowym producenta PC, firmy Protech.

Jako konsultant prowadził wiele projektów doradczych na zlecenie czołowych firm z branży informatycznej, operatorów telekomunikacyjnych i regulatora rynku telekomunikacyjnego.

Jest prezesem Stowarzyszenia Warsaw MBA Association, członkiem Zarządu itSMF Polska, członkiem Rady Polskiej Izby Informatyki i Telekomunikacji.



Tomasz Kulisiewicz

Analitik Wiodący, Audytel S.A.

Absolwent informatyki Politechniki Budapeszteńskiej (1974). W latach 1975-1991 pracował w centrum obliczeniowym drogownictwa w Warszawie oraz w przemyśle motoryzacyjnym i energetyce w Polsce i zagranicą. W latach 1992-2001 zastępca redaktora naczelnego "PCKuriera", redaktor naczelny "Teleinfo", w latach 2002-2005 redaktor prowadzący kwartalnika "Prawo i Ekonomia w Telekomunikacji", a w latach 2005-2008 redaktor naczelny dwumiesięcznika "elektroniczna Administracja".

Analitik rynku IT i komunikacji elektronicznej, wykładowca (SGH, Politechnika Warszawska, wykłady zaproszone). Jako konsultant i analitik uczestniczył w projektach badawczych i doradczych dla firm informatycznych, operatorów telekomunikacyjnych oraz regulatora. W latach 2001-2003 doradca Polskiej Izby Informatyki i Telekomunikacji. Od 2005 analitik wiodący w firmie Audytel.

Współpracownik Polskiego Forum Strategii Lizbońskiej oraz Polskiej Platformy Technologii Mobilnych i Komunikacji Bezprzewodowej, współzałożyciel inicjatywy Internet Obywatelski i stowarzyszenia Komputer w Firmie.

**Grzegorz Bernatek**

Kierownik Działu Analiz, Audytel S.A.

Absolwent Politechniki Warszawskiej, Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych (kierunek: Telekomunikacja) a obecnie doktorant na tym wydziale (specjalizacja: Telekomunikacja i systemy informacyjne).

Od roku 2004 kieruje projektami badawczymi dotyczącymi polskiego i europejskiego rynku telekomunikacyjnego, koordynuje budowę modeli rynkowych i systemowych oraz prowadzi doradztwo i szkolenia dla klientów Audytela.

Członek stowarzyszenia ISACA, certyfikowany audytor CISA oraz certyfikowany kierownik projektów Prince2 Foundation.

Łukasz Idrian

Analitik ICT, Audytel S.A.

Technik telekomunikacji, specjalność teleinformatyka. Student Politechniki Warszawskiej, Wydział Fizyki Technicznej (kierunek: optoelektronika).

Od roku zajmuje się analizą cen oraz badaniami rynku telekomunikacyjnego.